

⑫ 公開特許公報(A)

平1-184968

⑤ Int.Cl.⁴

H 01 L 41/08

識別記号

庁内整理番号

S-7342-5F

④ 公開 平成1年(1989)7月24日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 積層型圧電素子の製造法

⑮ 特 願 昭63-10208

⑯ 出 願 昭63(1988)1月20日

⑰ 発 明 者 大 槻 裕 人 茨城県日立市東町4丁目13番1号 日立化成工業株式会社
茨城研究所内

⑰ 発 明 者 小 林 眞 佐 留 茨城県日立市東町4丁目13番1号 日立化成工業株式会社
茨城研究所内

⑰ 発 明 者 宇 佐 美 吉 弘 茨城県日立市東町4丁目13番1号 日立化成工業株式会社
茨城研究所内

⑰ 発 明 者 芦 沢 寅 之 助 茨城県日立市東町4丁目13番1号 日立化成工業株式会社
茨城研究所内

⑰ 出 願 人 日立化成工業株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

⑰ 代 理 人 弁理士 若 林 邦 彦

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

積層型圧電素子の製造法

2. 特許請求の範囲

1. 圧電材料と内部電極を交互に複数枚積層して焼結することにより一体化した後、対向する2つの側面に各々仮外部電極を形成し、積層コンデンサ型の積層圧電体を得る工程と、該積層圧電体の^{他の}西側面に露出した内部電極端部に一層おきに絶縁処理を行なう工程と、絶縁処理した積層圧電体を仮外部電極近傍で切断する工程と、切断した積層圧電体の絶縁処理を施した2つの面に内部電極と接続する外部電極を形成する工程とから成り、内部電極面の面積と圧電材料面の面積が実質的に等しい積層型圧電素子の製造法において、積層圧電体の内部電極の露出している一方の側面を電解エッチング液に浸漬し、一方の仮外部電極に電圧を印加して仮外部電極と接続されている内部電極端部を電界エッチングして一方の側面の内部電極端部を一層おきに凹部とし、次いで同様にして対

向する他方の仮外部電極と接続されている他方の側面の内部電極端部を一層おきに凹部とし、これらの凹部に電気絶縁性部材を充填し絶縁層を形成することにより内部電極端部の絶縁処理を行なうことを特徴とする積層型圧電素子の製造法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は積層型圧電素子の製造法に関する。

(従来技術とその問題点)

圧電逆効果による変位を利用した積層型圧電体は特開昭49-86816号公報に示されるように圧電セラミック薄板上に電極を設け、これを多数枚接着積層した構造のものである。第7図に示すようにセラミック薄板(圧電材料1)に設けた内部電極2の側面に配された2つの外部電極(リード線6)に内部電極2からのびたリード線取出部⁵で一層おきに接続されている。しかしながら上記積層型圧電体においては、セラミック薄板の厚さを0.5mm以下にすると、内部電極2の一層おきの接続が工業的に難かしくなるため、セラミック

薄板の厚さは0.5mm以上に限られていた。したがって積層体の駆動に要する電圧も数100V以上必要になり不便であつた。

そこで近年小型でかつ低電圧駆動が可能な一体焼成による積層圧電変位素子を得る目的で厚さ0.03~0.5mmのセラミックグリーンシートの片面に電極ペーストを印刷後、これを多数枚熱圧着により積層後焼成し、さらに外部電極を形成して得られる積層コンデンサの技術の応用が試みられ、駆動電圧を低下させることが可能となつた。しかし積層コンデンサ型の積層圧電変位素子は第8図に示すように各内部電極2の面積が圧電材料1の面の面積より小さいため、電界印加により発生する内部歪の分布が不均一となり破壊しやすいという欠点がある。

この問題を解決するため第9図に示すように各内部電極2の面積と圧電材料1の層の面積を等しくすれば圧電材料内部の歪の分布は均一となり、したがって電界のくり返し印加に対しても破壊を生ずることはなくなつた。しかしこの場合、各内

部の並列接続を効率よく行ない、積層型圧電素子が高い生産性で製造できる方法を提供するものである。

(問題点を解決するための手段)

本発明は、圧電材料と内部電極を交互に複数枚積層して焼結することにより一体化した後、対向する2つの側面に各々仮外部電極を形成し、積層コンデンサ型の積層圧電体を得る工程と、該積層圧電体の^{他の}両側面に露出した内部電極端部に一層おきに絶縁処理を行なう工程と、絶縁処理した積層圧電体を仮外部電極近傍で切断する工程と、切断した積層圧電体の絶縁処理を施した2つの面に内部電極と接続する外部電極を形成する工程とから成り、内部電極面の面積と圧電材料面の面積が実質的に等しい積層型圧電素子の製造法において、積層圧電体の内部電極の露出している一方の側面を電解エッチング液に浸漬し、一方の仮外部電極に電圧を印加して仮外部電極と接続されている内部電極端部を電界エッチングして一方の側面の内部電極端部を一層おきに凹部とし、次いで同様に

部電極を並列接続するには各内部電極端部を一層おきに接続しなければならない。この方法としては例えば第9図に示すように、内部電極2の端部に一層おきに金属膜⁷を印刷により形成し、これらをワイヤボンディング6'により接続する方法(特開昭58-196072号公報)や特開昭58-196068号公報に示されるように内部電極端部を一層おきに絶縁ペーストを印刷、焼付し絶縁層を形成し、その上から導電性物質層(外部電極)を形成する方法が提案されている。

しかしながら、これらの方法においては圧電材料の厚さを変える場合、電極膜や絶縁層を形成するための印刷用スクリーンも変える必要があり、また特に内部電極間隔が0.3mm以下の場合、印刷位置ずれが起きやすく内部電極の並列接続の信頼性が不十分であるという問題があつた。

本発明は、上記の問題点に鑑み、内部電極の面積と圧電材料層の面積が実質的に等しく、電界のくり返し印加に対しても破壊のおそれがなく、また内部電極の間隔が小さい場合にも内部電極端部

して対向する他方の仮外部電極と接続されている他方の側面の内部電極端部を一層おきに凹部とし、これらの凹部に電気絶縁性部材を充填し絶縁層を形成することにより内部電極端部の絶縁処理を行なう積層型圧電素子の製造法に関する。

本発明において、圧電材料としてはニッケルニオブ酸鉛、チタン酸鉛、ジルコン酸鉛、それらの混合物等電圧効果の優れたものであれば制限はなく、薄板に成形され、一方の面に内部電極となる例えば銀パラジウム系の導電材料を塗り、薄板を積層して圧着し、焼結して積層型圧電素子の素材を得る。この場合、素材の対向する2側面には各々一層ごとに内部電極の端部が露出するように薄板を積層する。そして素材の上記2側面に対して直角な他の2側面を積層方向に切断して内部電極全層の端部を露出させた後、内部電極の端部が一層おきに露出している2側面に導電材料を塗布、焼付けて仮外部電極とし、積層圧電体とする。

次に電圧を印加することによつて内部電極が腐食する電界エッチング液中に前記積層圧電体の内

部電極全層の端部が露出している面の片方を浸漬し、仮外部電極を介して電圧を印加して外部電極と接続されている内部電極の端部を腐食させて一層おきに凹部を形成する。凹部の深さは50～500 μmが好ましい。同様にしてもう一方の内部電極全層の端部が露出している面にも凹部を形成した後、凹部に絶縁物を充填してから、仮外部電極が形成されている面を切断して、絶縁物を埋込んだ面に対して直角な2側面に内部電極の全層の端部を露出させる（仮りの外部電極は廃棄する）。

最後に絶縁物を埋込んだ面に一層おきに内部電極と電気的に接続する外部電極を取付けて、内部電極面の面積と圧電材料面の面積とが実質的に等しい積層型圧電素子とされる。

（実施例）

本発明を一実施例により図面を参照して説明する。

実施例

第6図は本発明の実施例になる積層型圧電素子の斜視図である。この積層型圧電素子において各

ように方向を180°変えて50枚重ね、熱プレスにより圧着し一体化した後、内部電極2の端部が一層おきに露出している側面に対して直角方向の側面を内部電極全層の端部が露出するように5mmの幅で切断した。これを1130℃で焼成した後、内部電極2の端部が一層おきに露出している側面に導電材料を塗付し焼付けて仮外部電極8、8'を形成し、積層コンデンサ型の積層圧電体9とした（第2図）。

次に第3図に示すようにこの積層コンデンサ型積層圧電体9の内部電極2の端部が露出している一つの側面を槽12中のフエロシアン化カリウム及びシアン化ナトリウムの水溶液から成る電解エッチング用液体10に浸漬して、同時に黒鉛製対向電極板11を沈め、これと前記仮外部電極の一方8とを電源8に接続し直流2.5Vで20分間電界エッチングを行なつたところ、内部電極2の露出していた端部は一層おきに腐食され約100 μmの凹部が形成された。次に該積層圧電体の内部電極全層の端部が露出している他方の側面について

圧電材料1の層は内部電極2を介して焼結により一体化されており、内部電極2はその端部に一層おきに絶縁層3、3'を有し、外部電極4によつて電気的に並列接続されている。

この積層型圧電素子を得る方法を次に説明する。

まず積層コンデンサ型の積層圧電体を得るため、ニッケルニオブ酸鉛及びチタン酸鉛を主成分とする圧電材料の仮焼粉に、有機結合剤として微量のポリビニルブチラール、可塑剤としてフタル酸ジオクチル、溶剤としてトリクロルエタン及びエチルアルコールの混合溶剤を加え、ボールミルで24時間混合を行ない、スラリーを作成した。次にこのスラリーをポリエステルフィルム上に流し、ドクターブレード法によりシート成形し、厚さ280 μmのグリーンシートを作製した。このグリーンシートを50×50mmの大きさにパンチングした後第4図に示すようにさらに内部電極2としてAg-Pdペースト（Ag：Pd=7：3）をスクリーン印刷した。これらのグリーンシート13を内部電極2の端部が交互に対向する側面に現れる

も同様な方法で電界エッチングにより凹部を形成した。次にこれら凹部に絶縁性ペースト（昭栄化学49317のガラスペースト）を流し込んだ。この時、凹部以外の積層圧電体側面に付着した絶縁性ペーストは拭き取り、凹部内のペーストを乾燥後600℃で10分間焼き付けを行なつて第4図に示すように積層圧電体9の内部電極2の全層の端部が露出している面において内部電極端部が一層おきに絶縁層3を形成した。

このようにして作製した積層圧電体9を第4図に示すように仮外部電極8、8'の近傍及びその間で幅5mm（図の一点鎖線の位置）で切断することにより第5図に示すような外部電極のない積層圧電体9'を得た。

さらに第6図に示すように積層圧電体9'の絶縁層3を形成した面に内部電極2の露出端部が接続されるように導電材料を塗付、焼付けにより外部電極4を形成し、積層型圧電素子とした。

（発明の効果）

本発明によれば、内部電極面の面積と圧電材料

面の面積とは実質的に等しくなるため、電界を印加した際に生ずる歪の分布が均一で破壊のおそれのない信頼性の高い積層型圧電素子が得られる。

また本発明によれば、内部電極端部の一層おきの絶縁は電界エッチングにより凹部を形成後、この凹部に電気絶縁性部材を充填することにより行なうため、電極の間隔が小さかつたり、積層圧電体の寸法が変わつたりしても内部電極端部の絶縁処理を極めて効率よく行なうことができ高い信頼性で製造することが可能となる。

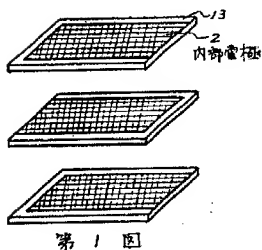
4. 図面の簡単な説明

第1図乃至第6図は本発明の実施例になる積層型圧電素子の製造法を説明する図で、第1図は圧電材料に内部電極を印刷し積層する状態、第2図は積層圧電体の概要、第3図は電解エッチング方法、第4図は絶縁層を形成した積層圧電体の概要、第5図は第4図の積層圧電体を切断した状態及び第6図は完成した積層型圧電素子を示し、第7乃至第9図は従来の積層型圧電素子を示す斜視図である。

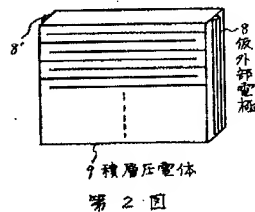
符号の説明

- | | |
|----------------|------------|
| 1…圧電材料 | 2…内部電極 |
| 3, 3'…絶縁層 | 4…外部電極 |
| 5…内部電極のリード取出し部 | |
| 6…リード線 | 7…金属膜 |
| 8, 8'…仮外部電極 | 9…積層圧電体 |
| 10…電界エッチング液 | 11…対向電極板 |
| 12…槽 | 13…グリーンシート |

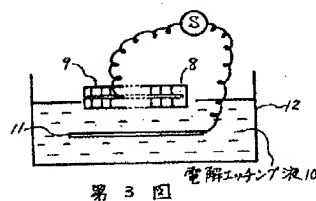
代理人 弁理士 若 林 邦 彦



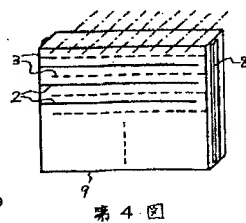
第1図



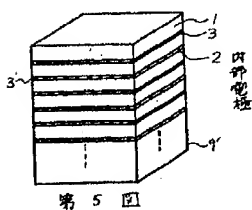
第2図



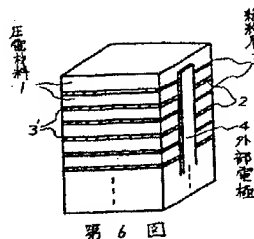
第3図



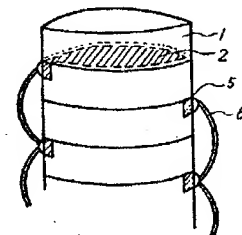
第4図



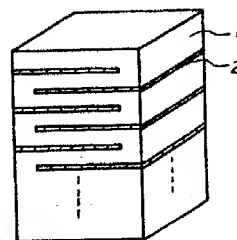
第5図



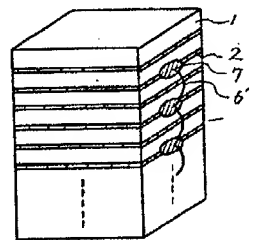
第6図



第7図



第8図



第9図

第1頁の続き

②発 明 者 田 谷 昌 人 茨城県日立市東町4丁目13番1号 日立化成工業株式会社
茨城研究所内